



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 43 07 974 C 1

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**G 05 D 3/10**  
G 02 B 6/24  
G 02 B 6/255  
B 25 J 7/00

⑳ Aktenzeichen: P 43 07 974.1-33  
㉔ Anmeldetag: 15. 3. 93  
㉕ Offenlegungstag: —  
㉖ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 25. 8. 94

DE 43 07 974 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:

Piezosystem Jena Präzisionsjustierelemente GmbH,  
07745 Jena, DE

⑦2 Erfinder:

Martin, Tomas, O-6901 Stiebritz, DE; Götz, Bernd,  
O-6901 Zöllnitz, DE; Rasch, Andreas, O-6900 Jena,  
DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 33 29 293 C2  
DE 38 33 091 A1  
DE 38 27 960 A1  
DE 35 00 356 A1

Prospekt der Fa. Newport: Positioner der Serie MFP,  
Katalog, S. J-24;  
Prospekt der Fa. Photon Control: Export Micro  
Positioners 2;  
Prospekt der Fa. Melles Griot: Fiber Optic Chuck  
No. 07 HFC 003, Kat. S. 23-17;  
Prospekt der Fa. FOSTEC: Faserchuckhalterung 25,  
Kat. S. G-26;  
Prospekt der Fa. Physik Instrumente (PI): LWL  
Positionierer F-102, Kat. S. 6.9;

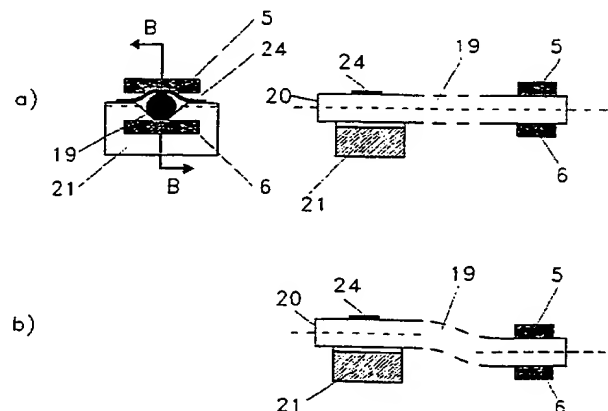
⑤4 Vorrichtung zur hochgenauen Drehung rotationssymmetrischer Bauteile, insbesondere von Lichtwellenleitern

⑤7 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur hochgenauen  
Drehung rotationssymmetrischer Bauteile, vorzugsweise von  
Lichtwellenleitern.

Gemäß der Erfindung ist ein zylindrisches Bauteil (19) in  
einem Abstand von einer Justagestelle (20) an seinem  
Umfang zwischen Backen (5, 6) eingespannt, wobei die  
Backen (5, 6) so gelagert sind, daß durch ihre Bewegung am  
Umfang des Bauteils (19) eine Drehbewegung des Bauteils  
(19) ausführbar ist und das Bauteil (19) unmittelbar an der  
Justagestelle (20) auf seiner Umfangsfläche in einem Lager  
(21) drehbar gelagert ist.

Die Erfindung ermöglicht eine spielfreie Drehbewegung um  
einen vordefinierten Mittelpunkt und realisiert kleinste Win-  
kelverstellungen hochgenau, um eine notwendige Zuord-  
nung der Faserenden von LWL zu erreichen.

Der Lichtwellenleiter kann durch Öffnen des Backen (5) und  
Entfernen der Blattfeder (24) des Lagers (21) einfach aus der  
Vorrichtung entnommen werden.



DE 43 07 974 C 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur hochgenauen Drehung rotationssymmetrischer Bauteile, insbesondere von Lichtwellenleitern, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Die Erfindung findet insbesondere bei Positioniersystemen für Lichtwellenleiter (LWL) Anwendung. Die Erfindung ermöglicht eine Drehbewegung um einen vordefinierten Mittelpunkt und realisiert kleinste Winkelverstellungen hochgenau, um eine notwendige Zuordnung der Faserenden von LWL zu erreichen.

Der Stand der Technik wird durch Positioniersysteme der folgenden Firmen repräsentiert:

- Firma Newport: LWL Positionierer der Serie MFP, Katalog S.J-24;
- Firma Photon Control, Katalog Expert Micro Positioners 2;
- Firma Melles Griot, Fiber Optic Chuck No. 07 HFC 003; Katalog S. 23-17;
- Firma FOSTEC, Faserchuckhalterung 25, Best. Nr. 40.04.02; Katalog S. G-26;
- Firma Physik Instrumente, (PI) LWL Positionierer F-102; Katalog S. 6.9.

Die bekannten Vorrichtungen beruhen auf folgender Wirkungsweise:

Der LWL bzw. der zu drehende Gegenstand wird in einer Halterung fixiert. Diese Halterung ist drehbar gelagert. Eine gezielte Drehung kann z. B. über einen äußeren Zahnkranz und ein Schneckengetriebe realisiert werden. Da eine formschlüssige Übertragung stattfindet, läßt sich Spiralfreiheit nicht (kaum) erreichen. Die Drehbewegung erfolgt um den mechanischen Mittelpunkt der Anordnung. Da dieser praktisch nicht mit dem Mittelpunkt des LWL zusammenfällt, wird der LWL immer eine Bewegung um den Drehmittelpunkt ausführen. Dies führt zwangsläufig zur Dejustage des LWL, da die x-, y- und z-Lage des LWL im  $\mu\text{m}$ -Bereich eingestellt werden müssen. Wird der Antrieb rein mechanisch (z. B. Spindel) realisiert, so wirkt während der Drehbewegung immer eine Kraft (menschliche Hand) auf den gesamten Aufbau. Ist der Drehvorgang abgeschlossen, so wird der Aufbau durch Wegnahme der Krafteinwirkung verstimmt.

In der DE 33 29 293 C2 wird eine Einrichtung zum Ausrichten eines Lichtwellenleiters für Spleißzwecke beschrieben, die aus zwei V-förmigen Lagern zur Lagerung des Lichtwellenleiters aufgebaut ist. Diese V-Lager sind fluchtend auf einer Grundplatte angeordnet. Zwischen den zwei V-Lagern wird der Lichtwellenleiter durch am Umfang wirkende Auflageplatten angetrieben, die den Lichtwellenleiter um seine Achse drehen. Die Einrichtung verwendet drei dicht aneinanderliegende Stellen, an denen der Lichtwellenleiter gelagert wird: das erste V-Lager, die Auflageplatten und das zweite V-Lager. Sie ist daher relativ aufwendig in der Herstellung und Justage und benötigt relativ viel Raum. Die Lagerung des Lichtwellenleiters ist überbestimmt. Durch die eng aneinanderliegenden Lagerstellen können die Toleranzen auch durch den relativ flexiblen Lichtwellenleiter nur ungenügend ausgeglichen werden. Die Anordnung ist nur für einen bestimmten Durchmesser des Lichtwellenleiters optimal geeignet.

Als Beispiel soll die Problematik auf dem Gebiet der Positionierung von Lichtwellenleitern erläutert werden: Moderne optische Nachrichtenübertragungsstrecken

werden immer häufiger mit sogenannten Monomodefasern realisiert. Diese LWL ermöglichen sehr hohe Übertragungskapazitäten. Technisch besteht eine entsprechende Übertragungsstrecke aus einem Sendeelement, dem Übertragungselement (LWL) und dem Empfänger bzw. vor- und nachgeschalteter Ansteuer- und Auswertetechnik.

Es besteht nun das Problem, den LWL an seine voroder nachgeschalteten Bauelemente anzukoppeln und dabei eine optimale Lichtübertragung zu gewährleisten. Monomodefasern haben Kerndurchmesser (im Kern wird das Licht geführt) im Bereich von 3 bis 10  $\mu\text{m}$ , die notwendige Ummantelung besitzt einen Durchmesser im Bereich von 125 bis 250  $\mu\text{m}$ . Um einen LWL an ein anderes Bauelement (z. B. auch ein LWL) anzukoppeln, werden Justiergenauigkeiten im sub- $\mu\text{m}$ -Bereich benötigt. Eine Entwicklung auf dem Gebiet der optischen Nachrichtenübertragung sind sogenannte polarisationserhaltende LWL. Bei diesen bleibt die Schwingungsrichtung des Lichtes in dem LWL erhalten. Voraussetzung ist eine Einstrahlung in den LWL unter ganz bestimmten Winkeln. Die notwendige definierte Einkopplung in den sogenannten Hauptachsen des LWL erfordert eine hochgenaue Winkelausrichtung durch Drehung des LWL. Die Erfindung soll das Problem lösen, zusätzlich zu einer hochgenauen x-, y- und z-Positionierung eine hochgenaue Winkelausrichtung eines Bauelements bezüglich einer Körperachse zu erreichen. LWL sollen bezüglich der Schwingungsrichtung im LWL hochgenau ausgerichtet werden. Das Ende des LWL soll mit dem anzukoppelnden Element dauerhaft verbunden werden können (z. B. durch Kleben), wobei die einfache Möglichkeit der Entfernung des LWL aus dem Positioniersystem gegeben sein muß.

Die Aufgabe wird durch eine Vorrichtung zur hochgenauen Drehung rotationssymmetrischer Bauteile, insbesondere von Lichtwellenleitern, erfindungsgemäß durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 1 gelöst.

Ein zylindrisches Bauteil (z. B. der LWL) ist in einem Abstand von einer Justagestelle an seinem Umfang zwischen lösbaren Backen eingespannt. Die Backen sind so gelagert, daß durch ihre Bewegung am Umfang des Bauteils eine Drehbewegung des Bauteils ausführbar ist. Das Bauteil ist unmittelbar an der Justagestelle auf seiner Umfangsfläche in einem Lager drehbar gelagert. Bei der Positionierung eines starren, stabförmigen Bauteils ist die Drehachse der Drehbewegung an der Einspannstelle durch die Backen gleich der Drehachse des Bauteils in dem Lager an der Justagestelle. Bei einem biegeelastischen Bauteil kann die Drehachse der Drehbewegung an der Einspannstelle durch die Backen verschieden von der Drehachse des Bauteils in dem Lager an der Justagestelle sein. Die Art der Bewegung der Backen kann verschieden sein. Die Backen sind in einem Fall parallel und gleichmäßig gegeneinander verschiebbar. In einem anderen Fall sind die Backen zueinander feststehend, klemmen das Bauteil und sind selbst um die Längsachse des Bauteils drehbar. In einem weiteren Fall steht eine erste Backe fest und eine zweite Backe ist parallel zur ersten Backe verschiebbar. Sind die Backen parallel und gleichmäßig gegeneinander verschiebbar, ergibt sich eine vorteilhafte Lösung dadurch, daß die Backen gegenüberliegende Schenkel eines Parallelogramms sind. Eine erste Backe ist ein Antriebs-Schieber mit einer Deck-Backe und eine zweite Backe ist ein Gegenkraft-Schieber mit einer Auflage-Backe, die mit einem antriebsseitigen Hebel und mit einem zweiten He-

bel das Parallelogramm bilden. Der antriebseitige Hebel ist mittig an einem Träger gelagert, und der zweite Hebel ist mittig an einem Gegenlager gelagert. Der Träger und das Gegenlager sind mit der Tragfläche eines Gestells fest verbunden. Am Gestell ist ein Antrieb so befestigt, daß die Hebel um ihre mittigen Lager drehbar sind und das Parallelogramm verschiebbar ist. Am Gestell ist weiterhin ein gegenkrafterzeugendes Element so befestigt, daß eine Gegenkraft  $F_G$  der Auslenkung des Antriebes entgegenwirkt. Der Antriebs-Schieber ist in dem

öffnenbaren Parallelogramm-Drehpunkt im rechten Winkel zur Auslenkung so beweglich, daß ein andruckerzeugendes Element eine Andruckkraft  $F$  auf den Antriebs-Schieber in Richtung auf den Gegenkraft-Schieber einleitet, so daß das zwischen der Deck-Backe und der Auflage-Backe eingelegte Bauteil klemmbar und bei Auslenkung des Antriebes um den Verstellweg  $A$  zwischen den gegenläufigen Backen um den Winkel  $\beta$  drehbar ist. Der Antrieb ist vorzugsweise am Träger gelagert und mit dem antriebseitigen Hebel so befestigt, daß dieser um sein mittiges Lager drehbar ist. Das gegenkrafterzeugende Element ist vorzugsweise ebenfalls am Träger gelagert und mit dem antriebseitigen Hebel so befestigt, daß die Gegenkraft  $F_G$  der Auslenkung des antriebseitigen Hebels (Verstellweg  $A$ ) entgegenwirkt.

Die Vorrichtung zur Klemmung und Bewegung durch die Backen und das Lager sind in x-, y- und z-Richtung justierbar. Das Lager ist vorzugsweise als Drei-Punkt-Auflage, besonders günstig als V-Lager, ausgebildet. Das Lager hat eine V-Nut, die zwei Lagerstellen für die Lagerung des Bauteils liefert. Die dritte Lagerstelle ist gegenüber dem V-Grund durch eine mit dem Lager verbundene Klemmung realisiert. Die Klemmung erfolgt vorzugsweise durch eine Blattfeder, deren Längenausdehnung im rechten Winkel zur Achse des Bauteils angeordnet ist. Die Blattfeder wird dabei mittels am Körper des Lagers befestigter Magnete fixiert. Damit ist ein einfaches Einlegen und Entnehmen des Bauteils gewährleistet. Die Erfindung realisiert eine exakte Drehung eines zylinderförmigen langgestreckten Körpers um den Mittelpunkt seiner Querschnittsfläche. Durch die kraftschlüssige Bewegungsübertragung und die Art der Lagerung an der Justagestelle wird eine spielfreie Drehung realisiert, bei der die Justage des Mittelpunktes der Justagestelle nicht dejustiert wird. Biegeelastische zylindrische Körper, die justiert werden sollen, können außerhalb des zu justierenden Endpunktes (z. B. Koppelstelle) gedreht werden. Zum Beispiel wird dies durch die biegeelastischen Eigenschaften bei LWL ermöglicht. Die Elastizität ermöglicht einen außeraxialen Antrieb, wobei aber eine Weitergabe der Drehbewegung gewährleistet wird. Vorteilhaft ist die mögliche räumliche Trennung des Justageortes (Stirnfläche des Bauteils) vom Dreh-Angriffspunkt der Backen.

Besonders vorteilhaft ist die Möglichkeit der einfachen, reproduzierbaren Entnahme und des Wiedereinlegens des zu justierenden, zylinderförmigen Bauteils in die Vorrichtung zum hochgenauen Drehen und/oder zum Zwecke der Justage. Mit Hilfe der Erfindung ist eine sehr kompakte Bauweise der Vorrichtung möglich, die einen Transport ohne Verstimmung der Justierung ermöglicht.

Ist das Bauteil ein LWL, wird der LWL in unmittelbarer Nähe seiner Justagestelle in dem Lager spielfrei drehbar gelagert. Vorzugsweise wird der LWL in eine V-förmige Nut eingelegt und mit einer definierten Federkraft in die V-Nut eingedrückt. Die Drehbewegung wird direkt über den Umfang des LWL realisiert. Die

Lagerung des LWL wird selbst nicht gedreht. Da der LWL einen kreisförmigen Querschnitt aufweist, erfolgt die Drehung um den Mittelpunkt des LWL in dem Lager an der Justagestelle. Durch die Art der Lagerung in der unbeweglichen Nut des Lagers ist ein Auswandern aus dem Mittelpunkt unmöglich. Die Übertragung der Bewegung des Antriebselements auf den LWL erfolgt direkt durch eine kraftschlüssige Bewegung der Backen. Aufgrund der Haftreibung im Lager, die durch die Wahl verschiedener Materialien eingestellt wird, wird eine spielfreie Bewegung des Bauteils erreicht. Durch die Spielfreiheit können hochgenaue Antriebe (z. B. insbesondere ein piezoelektrischer Antrieb) eingesetzt werden. Damit werden die Positionierbewegungen mit der hohen Genauigkeit dieser Antriebe über den Umfang in hochgenaue Winkeldrehungen umgesetzt. Die technischen Möglichkeiten dieser hochgenauen Antriebe werden dadurch voll nutzbar. Vorteilhaft ist, daß zur Justage nicht eine mit dem LWL verbundene Halterung gedreht werden muß. Die Erfindung ermöglicht, den LWL aus der Vorrichtung zu entnehmen, ohne daß ein freies Ende des LWL zur Verfügung stehen muß.

Speziell bei der Positionierung von LWL ist es vorteilhaft, daß der Drehpunkt am LWL und der zu justierende Endpunkt des LWL räumlich getrennt werden können, da LWL aus flexiblem Material bestehen. Durch die räumliche Trennung wird selbst mit einem rein mechanischen Verstellelement Spannungsfreiheit (mechanisch) erreicht. Am Ende des Justiervorgang erfolgt keine Verstimmung.

Das Anwendungsgebiet dieser Vorrichtung ist jedoch nicht auf das Gebiet der Justage von LWL beschränkt. Es können alle Justierprobleme, bei denen es auf die hochgenaue Justierung, insbesondere Drehung von (nicht zugänglichen) Mittelpunkten ankommt, bearbeitet werden. Dies betrifft insbesondere die Justierung aller Aufnahmen, Faserhalterungen, optischer Chips und optischer Steckverbinder. Voraussetzung ist nur eine zentrische Anordnung des Mittelpunktes zum drehenden Umfang. Diese Voraussetzung ist im Fall von LWL mit höchster Genauigkeit gegeben. Abweichende Geometrien von der Kreisform lassen sich einem vorausgehenden Arbeitsschritt korrigieren, indem zum Beispiel das zu justierende Teil in eine kreisförmige äußere Hülle (z. B. Hohlzylinder) justiert eingebettet wird.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sollen anhand von Figuren erläutert werden.

Es zeigt

Fig. 1 das Prinzip der Vorrichtung zur hochgenauen Drehung rotationssymmetrischer Bauteile;

Fig. 2 das Prinzip der Vorrichtung zur hochgenauen Drehung rotationssymmetrischer Bauteile mittels Parallelogramm-Backen;

Fig. 3 eine konstruktive Ausführung der Vorrichtung zur hochgenauen Drehung rotationssymmetrischer Bauteile mittels Parallelogramm-Backen; und

Fig. 4 eine Ausführung des Lagers als V-Lager.

Gemäß Fig. 1 spannen Backen 5 und 6 mit Hilfe einer Blattfeder 24 ein rotationssymmetrisches Bauteil 19 an seinem Umfang in einem Abstand von der Justagestelle 20 ein, die sich an einer Stirnfläche des Bauteils 19 befindet. Das Bauteil 19 ist unmittelbar an der Justagestelle 20 drehbar in einem Lager 21 gelagert.

In Fig. 1a ist die Achse im Angriffsbereich der Backen 5, 6 identisch mit der Drehachse des Bauteils 19 an der Justagestelle 20.

In Fig. 1b ist die Achse im Angriffsbereich der Backen 5, 6 gegenüber der Drehachse des Bauteils 19 an der

Justagestelle 20 verschieden. Dieser Achsversatz wird durch biegeelastische Eigenschaften des zu justierenden Bauteils 19 ermöglicht.

Die Vorrichtung zur hochgenauen Drehung rotationssymmetrischer Bauteile mittels Parallelogramm-Backen besteht gemäß der Fig. 2 und 3 aus einem Gestell 7, welches in x-, y- und z-Richtung justierbar ist (nicht dargestellt). An der einen Seite ist auf einer Tragfläche des Gestells 7 ein Träger 1 und an der gegenüberliegenden Seite ein Gegenlager 2 befestigt. Der Träger 1 dient zur Aufnahme eines Antriebes 13 und eines gegenkrafterzeugenden Elementes 14. Er bildet eine erste Lagerstelle 12. Das Gegenlager 2 bildet eine zweite Lagerstelle 16. Die erste Lagerstelle 12 dient der drehbaren Halterung eines antriebsseitigen Hebels 8, und die zweite Lagerstelle 16 dient der drehbaren Lagerung eines zweiten Hebels 9. Die Hebel 8 und 9 haben ihre Drehpunkte in der Mitte der Hebellänge H. Die Hebellänge H ist gleich und durch die Parallelogramm-Drehpunkte 10, 11, 17 und 18 an den Hebelenden bestimmt. An den gegenüberliegenden Parallelogramm-Drehpunkten 10 und 11 ist ein Antriebs-Schieber 3 an den jeweiligen Hebeln 8 und 9 drehbar gelagert. An den gegenüberliegenden Parallelogramm-Drehpunkten 17 und 18 ist ein Gegenkraft-Schieber 4 an den jeweiligen Hebeln 8 und 9 drehbar gelagert.

In Flächen die parallel zu der Ebene sind, die durch die Achsen der Lagerstellen 12 und 16 gegeben ist, liegt eine Fläche einer Deck-Backe 5 des Antriebs-Schiebers 3 einer Fläche einer Auflage-Backe 6 des Gegenkraft-Schiebers 4 gegenüber.

Ein Parallelogramm-Drehpunkt 10 ist so ausgebildet, daß der Antriebs-Schieber 3 um den Parallelogramm-Drehpunkt 11 aus dem Parallelogramm-Drehpunkt 10 aufklappbar ist. Dies ermöglicht das einfache Einlegen des zylindrischen Bauteils 19 in die Vorrichtung und sein problemloses Entfernen aus der Vorrichtung. Die Entnahme des LWL aus der Klemmung ist dadurch problemlos möglich, auch wenn ein freies Ende des LWL nicht zur Verfügung steht.

Der Parallelogramm-Drehpunkt 10 erlaubt weiterhin eine freie Bewegung des Antriebs-Schiebers 3 in Richtung auf den Gegenkraft-Schieber 4, um das zylindrische Teil 19 zu klemmen.

Ein andruckerzeugendes Element 15 wirkt mit der Andruckkraft F auf den Antriebs-Schieber 3 in Richtung Gegenkraft-Schieber 4 ein. Diese Kraft F preßt das zylindrische Teil 19 zwischen den gegenüberliegenden Flächen der Deck-Backe 5 des Antriebs-Schiebers 3 und der Auflage-Backe 6 des Gegenkraft-Schiebers 4 ein. Am Parallelogramm-Drehpunkt 11 wird ein Verstellweg A in Richtung Gegenlager 2 eingeleitet, der von einem Antrieb 13, der am Träger 1 befestigt ist, erzeugt wird. Am Parallelogramm-Drehpunkt 18 wirkt eine Gegenkraft  $F_G$  in Richtung Parallelogramm-Drehpunkt 17, die durch ein im Träger 1 befestigtes gegenkrafterzeugendes Element 14 erzeugt wird. Das gegenkrafterzeugende Element 14 ist eine Feder, die im Träger 1 gegenlagert ist. Diese bewirkt die Rückstellung des Parallelogramms bei Rücknahme des Verstellweges A und die Spielfreiheit des Parallelogrammgelenkes.

Wird der Antrieb 13 in Richtung Parallelogramm-Drehpunkt 11 um den Verstellweg A ausgelenkt, bewegen sich der Antriebs-Schieber 3 und der Gegenkraft-Schieber 4 gegenläufig um die Strecke B. Das zwischen den Flächen des Antriebs-Schiebers 3 und des Gegenkraft-Schiebers 4 eingeklemmte zylindrische Teil 19 wird an seinem Umfang um die Strecke  $2 \cdot B$  abgerollt,

was eine Drehung des zylindrischen Bauteils 19 um einen Winkel  $\beta$  bewirkt.

Die Deck-Backe 5 und die Auflage-Backe 6 sind vorzugsweise aus magnetischem Material hergestellt. Die Backen 5, 6 wirken dann als andruckerzeugendes Element 16 zur definierten Klemmung des zylindrischen Teils 19 mit der Andruckkraft F. Durch die Wirkung des Magnetfeldes auf die Backen 5, 6 wird die kraftschlüssige Bewegung des LWL gesichert.

Besonders vorteilhaft ist, daß sich nämlich feste Lager 21 unmittelbar an dem zu justierenden Endpunkt des zylindrischen Bauteils 19, der Justagestelle 20, befindet und der eigentliche Drehmechanismus in einer Entfernung von diesem Lager 21 angeordnet ist. Damit wird eine Hauptforderung bei der Justage von LWL gelöst, die darin besteht, eine Drehung exakt um den Mittelpunkt des LWL zu erreichen. In Fig. 4 ist eine Ausführung des Lagers 21 dargestellt. Das zu drehende zylindrische Bauteil 19 (der LWL) liegt an zwei Stellen des Umfanges in einer V-Nut 22. Der Körper der V-Nut 22 hat jeweils neben den V-Schenkeln Einrichtungen, die zum Vorspannen eines Federelementes dienen. Vorzugsweise eine Blattfeder 24 steht vorzugsweise in ihrer Längsrichtung im rechten Winkel zur Achse des zylindrischen Bauteils 19 und bildet eine dritte Lagerstelle, die das zylindrische Bauteil 19 mit einer definierten Federkraft  $F_F$  so in die V-Nut 22 drückt, daß eine leichtgängige, spielfreie Drehung des zylindrischen Bauteils 19 gewährleistet ist. Diese dritte Lagerstelle ist leicht entfernbar, um das Bauteil 19 (LWL) problemlos einzulegen oder zu entfernen.

Beispielsweise wird die Blattfeder 24 mittels Schrauben an den Körper des Lagers 20 angeschraubt (nicht dargestellt). Vorzugsweise sind neben den V-Schenkeln in dem Körper des Lagers 21 Magnete 23 eingearbeitet, die die Blattfeder 24 beim Auflegen auf die V-Nut 22 fixieren. Die Magnete können als Permanentmagnete oder als Elektromagnete ausgeführt sein. Durch einfaches Wegnehmen der Blattfeder 24 kann das Bauteil 19 aus dem Lager 21 entnommen werden.

Typische Werte für LWL sind ein LWL-Durchmesser von 125  $\mu\text{m}$  und ein kreisrunder Umfang von etwa 0,4 mm. Mit der Verschiebung um die Strecke B von 0,2 mm wird eine Drehung von 360 Grad erreicht. Mit vergleichsweise geringem technischen Aufwand wird bei einer Verschiebung von 10 nm eine Winkelverstellung von 60' erreicht.

#### Bezugszeichen

- 1 Träger
- 2 Gegenlager
- 3 Antriebs-Schieber
- 4 Gegenkraft-Schieber
- 5 Deck-Backe
- 6 Auflage-Backe
- 7 Gestell
- 8 antriebsseitiger Hebel
- 9 Hebel
- 10 offener Parallelogramm-Drehpunkt
- 11 Parallelogramm-Drehpunkt
- 12 Lager
- 13 Antrieb
- 14 gegenkrafterzeugendes Element
- 15 andruckerzeugendes Element
- 16 Lager
- 17 Parallelogramm-Drehpunkt
- 18 Parallelogramm-Drehpunkt

19 zylindrisches Bauteil (Lichtwellenleiter LWL)  
 20 Justagestelle  
 21 Lager  
 22 V-Nut  
 23 Magnet  
 24 Blattfeder  
 A Verstellweg  
 B Strecke  
 H Hebellänge  
 F<sub>G</sub> Gegenkraft  
 F Andruckkraft  
 F<sub>F</sub> Federkraft  
 β Drehwinkel

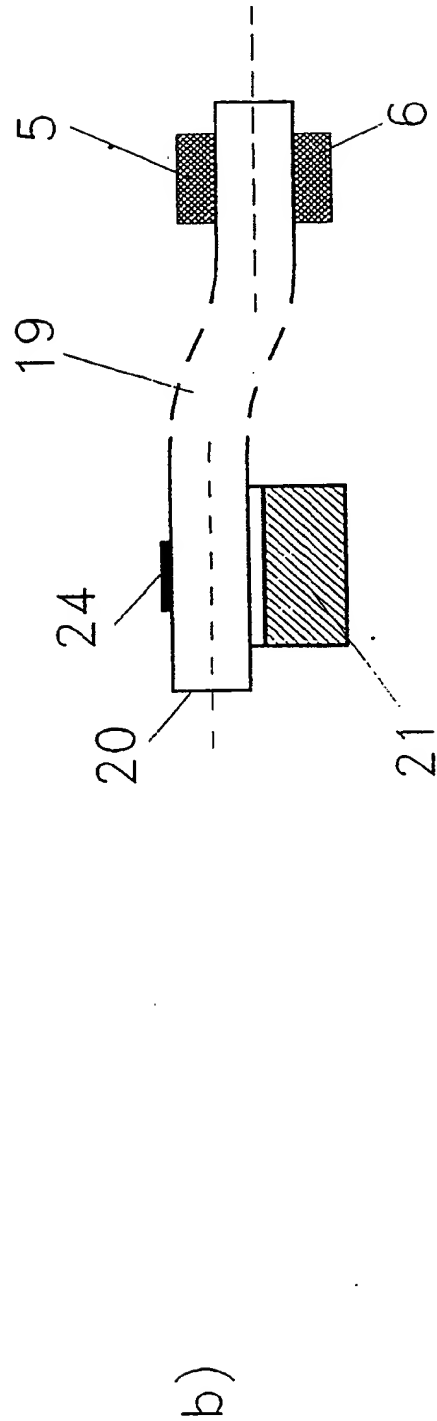
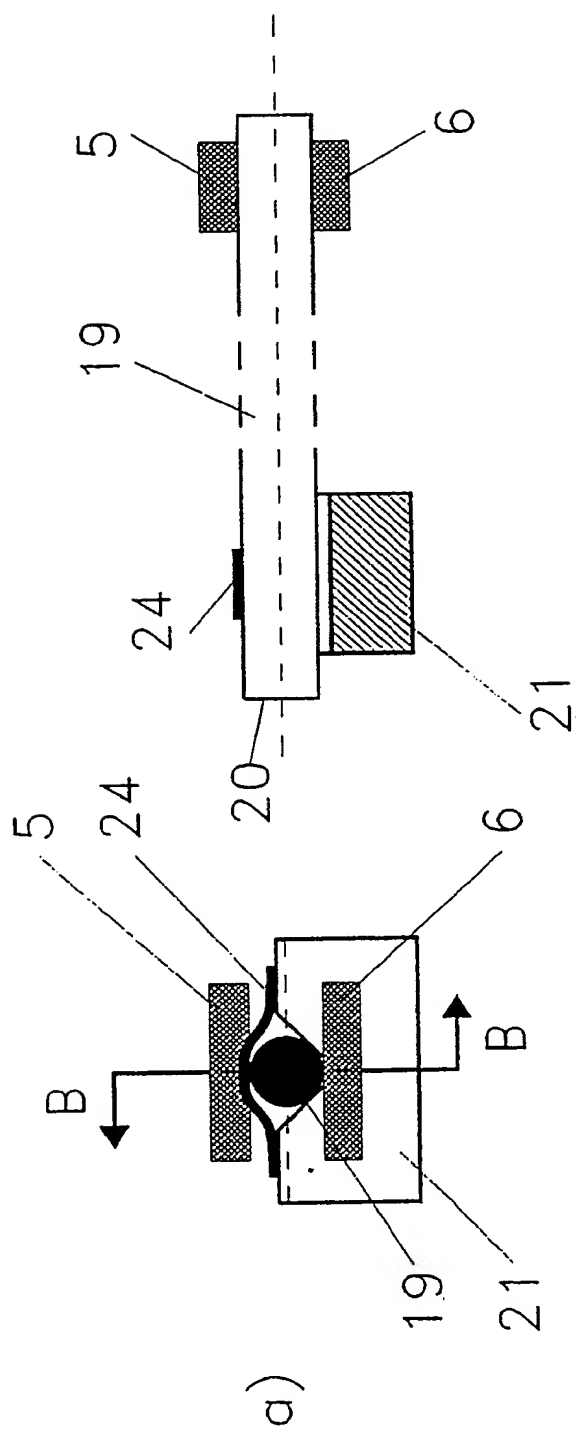
## Patentansprüche

1. Vorrichtung zur hochgenauen Drehung rotationssymmetrischer Bauteile, vorzugsweise von Lichtwellenleitern (LWL), bestehend aus einem steuerbaren Weg- oder Winkelantrieb und einer Übertragungseinrichtung, die die Bewegung auf den Umfang des Bauteils überträgt, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauteil (19) in einem Abstand von einer Justagestelle (20) an seinem Umfang zwischen Backen (5, 6) eingespannt ist, wobei die Backen so gelagert sind, daß durch ihre Bewegung am Umfang des Bauteils (19) eine Drehbewegung des Bauteils ausführbar ist und das Bauteil (19) unmittelbar an der Justagestelle (20) auf seiner Umfangsfläche in einem Lager (21) drehbar gelagert ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Positionierung eines starren, stabförmigen Bauteils (19) die Drehachse der Drehbewegung an der Einspannstelle durch die Backen (5, 6) gleich der Drehachse des Bauteils in dem Lager (21) an der Justagestelle (20) ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem biegeelastischen Bauteil (19) die Drehachse der Drehbewegung an der Einspannstelle durch die Backen (5, 6) verschieden von der Drehachse des Bauteils (19) in dem Lager (21) an der Justagestelle (20) sein kann.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Backen (5, 6) parallel und gleichmäßig gegeneinander verschiebbar sind.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Backen (5, 6) zueinander feststehen, das Bauteil (19) klemmen und selbst um die Längsachsen des Bauteils (19) drehbar sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Backe (6) feststeht und die zweite Backe (5) parallel zur ersten Backe (6) verschiebbar ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Backen (5, 6) gegenüberliegende Schenkel eines Parallelogramms sind (Antriebs-Schieber 3 mit Deck-Backe 5 und Gegenkraft-Schieber 4 mit Auflage-Backe 6), die mit einem antriebsseitigen Hebel (8) und mit einem zweiten Hebel (9) das Parallelogramm bilden, der antriebsseitige Hebel (8) mittig an einem Träger (1) gelagert ist und der zweite Hebel (9) mittig an einem Gegenlager (2) gelagert ist, der Träger (1) und das Gegenlager (2) mit der Trägerfläche eines Gestells (7) verbunden sind, am Gestell (7) ein Antrieb (13) so befestigt ist, daß die Hebel (8, 9) um ihre mittigen Lager (12, 16)

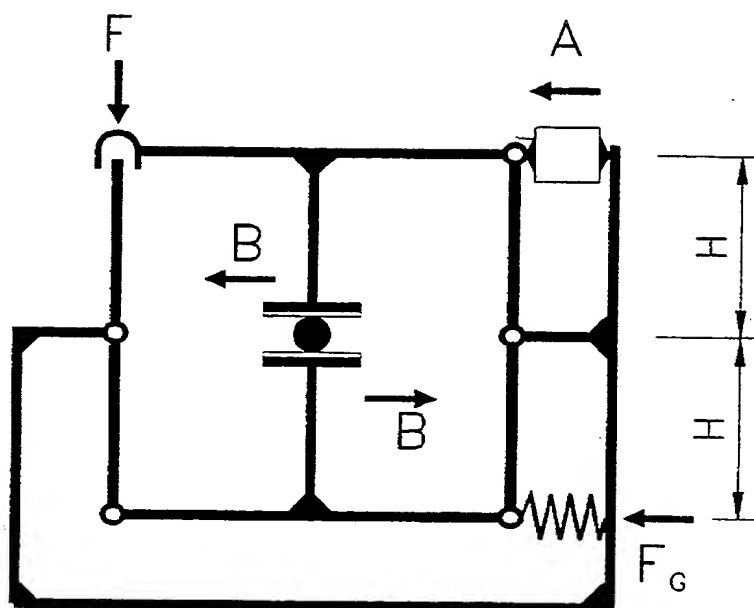
- drehbar sind und das Parallelogramm dadurch verschiebbar ist, am Gestell (7) weiterhin ein gegenkrafterzeugendes Element (14) so befestigt ist, daß eine Gegenkraft (F<sub>G</sub>) der Auslenkung des Antriebes (13) entgegenwirkt, der Antriebs-Schieber (3) in dem Parallelogramm-Drehpunkt (10) im rechten Winkel zur Auslenkung so beweglich ist, daß ein andruckerzeugendes Element (15) eine Andruckkraft (F) auf den Antriebs-Schieber (3) in Richtung auf den Gegenkraft-Schieber (4) einleitet, so daß das zwischen der Deck-Backe (5) und der Auflage-Backe (6) eingelegte Bauteil (19) klemmbar und bei Auslenkung des Antriebes (13) um den Verstellweg (A) zwischen den gegenläufigen Backen (5, 6) drehbar ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Antrieb (13) am Träger (1) gelagert und mit dem antriebsseitigen Hebel (8) so befestigt ist, daß der antriebsseitige Hebel (8) um sein mittleres Lager (12) drehbar ist, weiterhin das gegenkrafterzeugende Element am Träger (1) gelagert und mit dem antriebsseitigen Hebel (8) so befestigt ist, daß die Gegenkraft (F<sub>G</sub>) der Auslenkung des antriebsseitigen Hebels (8) (Verstellweg A) entgegenwirkt.
9. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Baugruppe zur Bewegung und Klemmung durch die Backen (5, 6) und das Lager (21) in x-, y- und z-Richtung justierbar sind.
10. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Lager (21) als Drei-Punkt-Auflage ausgebildet ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Lager (21) als V-Lager ausgebildet ist.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Lager (21) eine V-Nut (22) hat, die zwei Lagerstellen für die Lagerung des Bauteils (19) liefert, und die dritte Lagerstelle gegenüber dem V-Grund durch eine mit dem Lager (21) verbundene Klemmung (Blattfeder 24) hergestellt ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Klemmung durch eine Blattfeder (24) erfolgt, deren Längenausdehnung im rechten Winkel zur Achse des Bauteils (19) angeordnet ist und die mittels am Körper des Lagers (21) befestigter Magnete (23) fixierbar ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

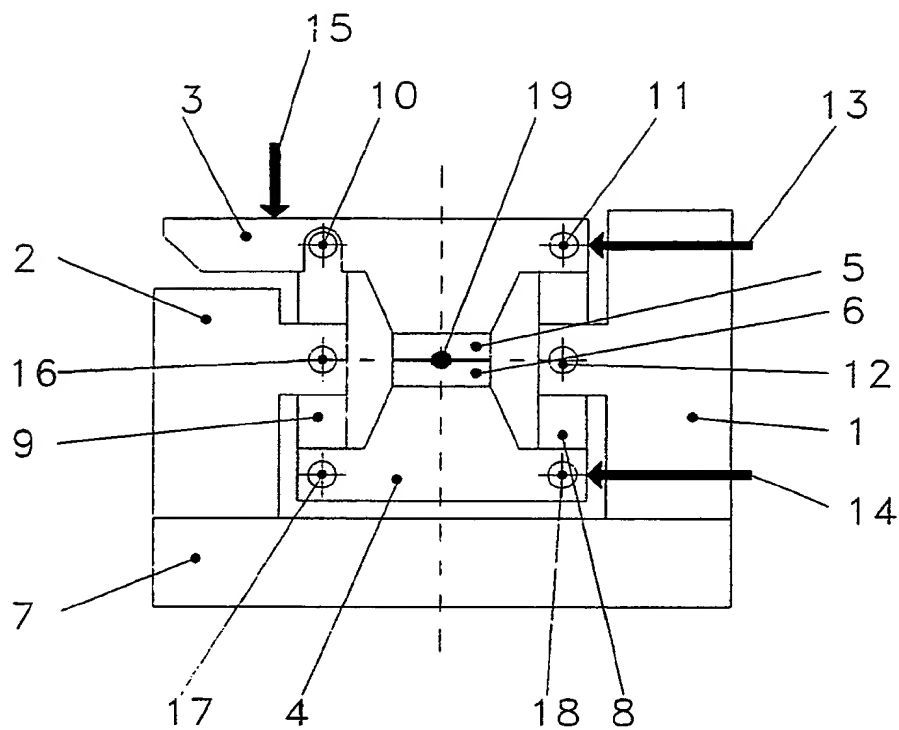


Figur 1

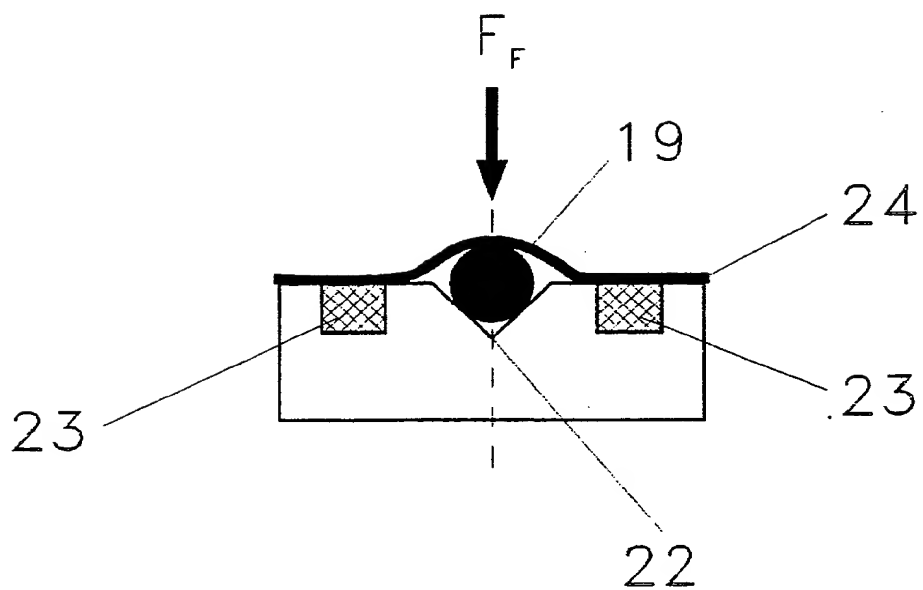


Figur 2





Figur 3



Figur 4